

© EPODOC / EPO

PN - JP2001165212 A 20010619
PD - 2001-06-19
PR - JP19990347571 19991207
OPD - 1999-12-07
TI - BRAKE DISK
IN - KATO TAKANORI; AZUMAGUCHI YOJIMISAWA YASUHISA;
SAKAGUCHI TOKUJI
PA - SUMITOMO METAL IND
IC - F16D65/12

© WPI / DERWENT

TI - Brake disk for train, has several notches formed in inner periphery, whose shape conforms to parameter related to depth, radius of curvature of notch

PR - JP19990347571 19991207

PN - JP2001165212 A 20010619 DW200150 F16D65/12 006pp

PA - (SUMQ) SUMITOMO METAL IND LTD

IC - F16D65/12

AB - JP2001165212 NOVELTY - Several notches (6) are formed in an inner periphery (3) of a brake disk (1). A parameter (R) of the notches is set in the range of 2-8 satisfying the equation $R = (200 \text{ divided by } (200 - d))(1 + 2(d \text{ divided by } r)^2)$, where d' is depth of notch and r' is radius of curvature, both in millimeters.

- USE - For train, motor vehicle, motor cycle
- ADVANTAGE - Suppresses effectively the thermal stress concentration on the bolt hole generated during braking. Prolongs life of brake disk, since crack initiation from the bolt hole of the disk is prevented.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the partial plan view of brake disk and enlarged plan view of inner periphery of brake disk.
- Brake disk 1
- Inner periphery of brake disk 3
- Notches 6
- (Dwg.1/4)

OPD - 1999-12-07

AN - 2001-462172 [50]

© PAJ / JPO

PN - JP2001165212 A 20010619

- PD - 2001-06-19
- AP - JP19990347571 19991207
- IN - SAKAGUCHI TOKUJIMISAWA YASUHISA AZUMAGUCHI YOJKATO
TAKANORI
- PA - SUMITOMO METAL IND LTD
- TI - BRAKE DISK
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a brake disk bearing a
long-term use by suppressing the stress concentration into a bolt
hole by thermal stress generated by braking.
- SOLUTION: This brake disk is provided with a plurality of cutouts in
its internal circumference and cutout shape parameters R regulated
by the following expression (1) of the cutout are set to not less than
2.0 and not more than 8.0. [Expression 1]
$$R=200/200-d[1+2(d/r)^{1/2}]...(1)$$
, wherein, (d) and (r) express the
cutout depth (mm) and the curvature radius (mm) of the cutout
bottom respectively.
- I - F16D65/12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-165212

(P2001-165212A)

(43) 公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

F 1 6 D 65/12

F 1 6 D 65/12

U 3 J 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-347571

(22) 出願日

平成11年12月7日 (1999.12.7)

(71) 出願人

000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者

坂口 篤司

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者

三澤 泰久

大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号

住友金属工業株式会社関西製造所製鋼品

事業所内

(74) 代理人

100081352

弁理士 広瀬 章一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブレーキディスク

(57) 【要約】

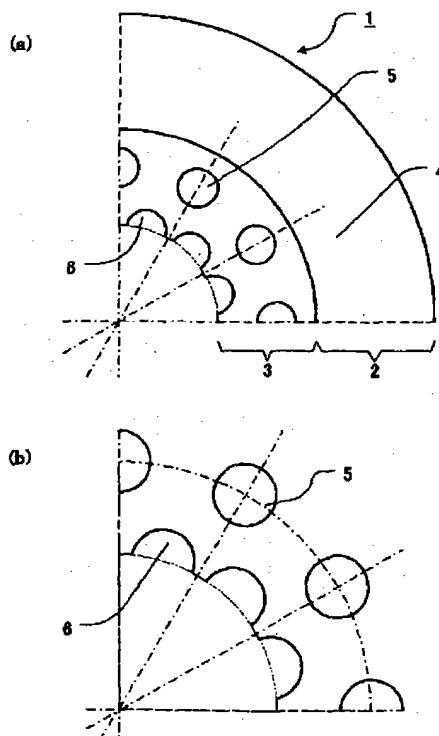
【課題】 ブレーキングにより発生する熱応力によるボルト穴部への応力集中を抑制することにより、長期間の使用に耐え得るブレーキディスクを提供する。

【解決手段】 ブレーキディスクの内周に複数の切欠き部を設け、前記切欠き部について下記(1)式で規定される切欠き形状パラメータRを2.0以上8.0以下にする。

【数1】

$$R = \frac{200}{200-d} \left(1 + 2\sqrt{\frac{d}{r}} \right) \quad \dots (1)$$

ここで、d: 切欠き深さ (mm)、r: 切欠き底の曲率半径 (mm) である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内周に複数の切欠き部を有するブレーキディスクであって、前記切欠き部について下記(1)式で規定される切欠き形状パラメータRが2.0以上8.0以下であることを特徴とするブレーキディスク。

【数1】

$$R = \frac{200}{200-d} \left(1 + 2\sqrt{\frac{d}{r}} \right) \quad (1)$$

ここで、d：切欠き深さ（mm）、r：切欠き底の曲率半径（mm）である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として鉄道車両用ブレーキディスクに関し、特にボルト穴部に発生する局所的応力を低減することにより、ボルト穴部からの亀裂の発生を抑制し、長期間の使用に耐え得る鉄道車両用ブレーキディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】鉄道車両や自動車及び自動二輪車等の機械式制動装置として、ブロックブレーキ、ドラムブレーキ、ディスクブレーキなどが使用されている。近年では、車両の高速化、大型化にともないディスクブレーキが多用されるようになってきた。

【0003】ディスクブレーキとは、ブレーキディスクとブレーキライニングとの摩擦により制動力を得る装置のことであり、通常、ボルトにより車軸または車輪に取り付けたドーナツ形の円盤状ディスクの摺動面に、ブレーキライニングを押し付けることにより制動力を得、車軸または車輪の回転を制動して車両の速度を制御する装置である。この摺動面を有する円盤状のディスクをブレーキディスクと称する。

【0004】これらの中で、鉄道車両用ブレーキディスクには、側ディスク、軸マウントディスクがある。側ディスクとは、車輪の側面に締結されるブレーキディスクのことであり、軸マウントディスクとは車軸に締結されるブレーキディスクのことである。以下、側ディスクおよび軸マウントディスクのことをブレーキディスクといい、単にディスクともいう。

【0005】図4は、従来型の鉄道車両用ブレーキディスクの形状を示し、図4(a)は、鉄道車両用ブレーキディスクの1/4を示す部分平面図であり、図4(b)は、鉄道車両用ブレーキディスクの断面の1/2を示す部分断面図である。

【0006】同図に示すように、一般にブレーキディスク1は、摺動面4を含む外周部2と車輪等に締結するためのボルト穴部5を含む内周部3とから構成されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】新幹線等の高速鉄道車

両では、ディスクの回転速度や慣性力が非常に大きいため、ブレーキ負荷時のディスクの温度上昇は他の自動車及び自動二輪車用と比較して著しく大きい。そのため、ディスクの摺動面を含む外周部では、温度上昇に伴い非常に大きな熱膨張力が発生する。しかし、ボルト穴部を含み外周部に比して低温である内周部により拘束されるため、ディスク外周部には円周方向に圧縮応力が生じ、逆にディスクの内周部には円周方向に引張応力が生じる。

【0008】この結果、ディスクの内周部はボルトにより締結・拘束されていることから、ディスクの内周部に設けた締結用のボルト穴部には著しい応力集中が生じ、ディスク全体の中で最も危険な部位となることがある。また、ディスク外周部で温度上昇時に生じた圧縮応力により塑性変形が生じると、温度低下後に引張残留応力が生じる。これにより摺動面上に熱亀裂が生じる場合がある。

【0009】一般に、A1基複合材料等の熱伝導率の良い材料を用いた場合には、ボルト穴部が最も危険な部位となり、鉄鋼材料などの比較的熱伝導率の悪い材料を用いた場合には、摺動面が最も危険な部位となる。

【0010】このように、特に鉄道車両用ディスクにおいては、過酷な熱応力を繰り返し受けるため、ディスクを長寿命化することが困難であった。

【0011】本発明は、上記問題点に鑑み、ディスク形状を適正化することにより、ディスクの内周部に配した締結用のボルト穴縁に発生する局所的な応力・歪を低減させ、ボルト穴部からの亀裂の発生、破損を抑制し、ディスクを長寿命化することを目的とする。

【0012】なお、従来から鉄道車両用ディスク内周面に菊座形状の切欠きを設けることが行われているが、これらは単に冷却効率を高める目的で設けられているものであり、本発明が目的とするブレーキングにより発生する熱応力を緩和するのに好適な形状については詳細に検討されていなかった。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、ディスクの内周部のボルト穴部に生じる応力集中を分散させるために、ディスク内周面に複数の切欠き部を設けることを検討し、応力集中を分散させるのに適した切欠き形状をFEM解析により求めた結果、以下の知見を得た。

【0014】(A) ボルト穴部及び複数の切欠き部に発生する応力は、下記(1)式で規定される切欠き形状パラメータRと良好な相関を有し、ボルト穴部に発生する応力若しくは歪は下記(2)式で規定されるパラメータ F_{t-n} に対応し、複数の切欠き部に発生する応力若しくは歪は下記(3)式で規定されるパラメータ F_{t-n} に対応する。

【0015】

【数2】

$$R = \frac{200}{200-d} \left(1 + 2\sqrt{\frac{d}{r}} \right) \quad (1)$$

欠き底の曲率半径 (mm) である。

【0017】

【数3】

【0016】ここで、d: 切欠き深さ (mm)、r: 切

$$F_{t-h} = C_0 + C_1 R + C_2 R^2 + C_3 R^3 + C_4 R^4 + C_5 R^5 \quad (2)$$

【0018】ここで、

【数4】

【0019】

$$\begin{aligned} C_0 &= 3.97867 & C_1 &= -2.52063 \times 10^{-1} & C_2 &= -1.71212 \times 10^{-1} \\ C_3 &= 4.08945 \times 10^{-2} & C_4 &= -3.37995 \times 10^{-3} & C_5 &= 9.61538 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

【0020】である。

【数5】

【0021】

$$F_{t-n} = D_0 + D_1 R + D_2 R^2 + D_3 R^3 \quad (3)$$

【0022】ここで、

【0023】

【数6】

$$\begin{aligned} D_0 &= 1.53916 & D_1 &= -8.96270 \times 10^{-2} \\ D_2 &= 5.34674 \times 10^{-2} & D_3 &= -3.35082 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

【0024】である。

【0025】(B) 切欠き形状パラメータRを2.0以上8.0以下とすることにより、 F_{t-h} / F_{t-n} が0.5以上2.0以下となり、ボルト穴部または複数の切欠き部の何れか一方への過大な応力集中を抑制することができ、ディスクを長寿命化することが可能となる。

【0026】本発明は、上記知見に基づいて完成させたものであり、その要旨は以下のとおりである。

【0027】内周に複数の切欠き部を有するブレーキディスクであって、前記切欠き部について下記(1)式で規定される切欠き形状パラメータRが2.0以上8.0以下であることを特徴とするブレーキディスク。

【0028】

【数7】

$$R = \frac{200}{200-d} \left(1 + 2\sqrt{\frac{d}{r}} \right) \quad (1)$$

【0029】ここで、d: 切欠き深さ (mm)、r: 切欠き底の曲率半径 (mm) である。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態であるブレーキディスクの形状を示し、図1(a)はブレーキディスクの1/4を示す部分平面図、図1(b)は図1(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。

【0031】同図において、符号6は内周の切欠き部を示し、図4に示したものと同一の部位については同一の符号を用いて示す。

【0032】上述したように、例えば図4に示す従来型

のディスクでは、ブレーキングにより繰り返し発生する熱応力により、ディスクの内周部のボルト穴部に著しい応力集中が生じる。これに対し、本発明のディスクでは、図1(a)及び(b)に示すように、ディスクの内周部に複数の切欠き部6を設けることにより、新たに切欠き部に応力集中が発生するものの、ボルト穴部5への応力集中を分散・低減できる。さらに、この結果、ディスク外周部2に発生する応力も低減されるため、ディスク外周部2の摺動面4における熱亀裂の発生も抑制される。

【0033】図2は、切欠き形状パラメータRとボルト穴部に発生する応力若しくは歪に対応するパラメータ F_{t-h} 及び複数の切欠き部に発生する応力若しくは歪に対応するパラメータ F_{t-n} との関係を示すグラフである。

【0034】同図に示すように、切欠き形状パラメータRを大きくすると、ボルト穴部に発生する応力は小さくなり、切欠き部に発生する応力は大きくなる。また、切欠き形状パラメータRを小さくすると、ボルト穴部に発生する応力は大きくなり、切欠き部に発生する応力は小さくなる。

【0035】このことから、切欠き形状パラメータRを大きくすることにより、ボルト穴部の危険度を低減し得ることが分かる。しかし、切欠き形状パラメータRを大きくすることは、切欠き部での危険度を高めることに繋がる。

【0036】したがって、ボルト穴部若しくは切欠き部の何れか一方への過大な応力集中を抑制するには、パラメータ F_{t-h} とパラメータ F_{t-n} の比 F_{t-h} / F_{t-n} を0.5以上2.0以下、すなわち切欠き形状パラメータRを2.0以上8.0以下とすることが必要である。このように切欠き形状パラメータRを所定の範囲とすることによりディスクを長寿命化することが可能となる。

【0037】切欠き形状パラメータRを2.0未満とすると、ボルト穴部への応力集中が過大となり、ボルト穴部の危険度が高くなる。また、切欠き形状パラメータR

を8.0超とすると、切欠き部への応力集中が過大となり、切欠き部の危険度が高くなる。

【0038】切欠き形状パラメータRは、好ましくは2.5以上7.0以下である。

【0039】切欠き部の形状としては様々な形状を適用できる。

【0040】図3は、切欠き形状の代表例を示し、同図(a)は半円形状の切欠き部、同図(b)は半長円形状の切欠き部、同図(c)は半楕円形状の切欠き部を示す概要図である。

【0041】切欠き深さdと切欠き底の曲率半径rとの比 d/r は、0.1以上2以下とすることが好ましい。0.1未満では、ボルト穴部への応力集中を分散する効果が小さくなり、2以上では、切欠き部の応力集中が過大となる。好ましくは0.5以上1.5以下である。

【0042】切欠き部の個数は、4以上であってボルト穴数の2倍以下とすることが好ましい。4以上が好ましいとしたのは、応力集中の分散起点を多くすることにより、より効果的に応力集中を分散できるからである。ボルト穴数の2倍以下が好ましいとしたのは、余りに多く

の切欠き部を設けると、上述した切欠き形状パラメータRを適正範囲内にすることが困難となるからである。

【0043】また、切欠き部は、ディスクの周方向に略等間隔に設けることが好ましい。より均等に応力集中を分散することにより、更に応力集中を抑制できるからである。

【0044】なお、本実施態様では鉄道車両用ブレーキディスクを例にとって述べたが、本発明はこれに限定されるものでなく、自動車及び自動二輪車等の機械式制動装置にも適用される。

【0045】

【実施例】本発明の効果を確認するため、SiC粒子分散型A1基複合材を使用し、砂型鑄造法により、内周部の形状が異なる8種類のディスク（外径：725mm）を製造し、ブレーキ試験を行なった。

【0046】表1に試験に供したディスクの形状を、表2に切欠き部のパラメータを示す。

【0047】

【表1】

試験材	切欠き形状				ボルト穴数 (個)	備考
	形状	d(mm)	r(mm)	個数(個)		
1	半円形	35	35	12	12	本 発 明 例
2	半円形	20	20	12	12	
3	半長円形	20	35	12	12	
4	半長円形	80	55	6	6	
5	半円形	55	55	6	6	
6	無し	—	—	12	12	比 較 例
7	半長円形	60	10	12	12	
8	半長円形	10	60	12	12	

【0048】

【表2】

試験材	切欠き形状パラメータ				備考
	R	F_{1ch}	F_{1m}	F_{1ch}/F_{1m}	
1	3.64	2.23	1.76	1.27	本 発 明 例
2	3.33	2.37	1.71	1.39	
3	2.79	2.64	1.63	1.62	
4	5.69	1.57	2.14	0.73	
5	4.14	2.03	1.85	1.10	
6	1.00	3.59	1.50	2.40	比 較 例
7	8.43	1.21	2.58	0.47	
8	1.91	3.11	1.54	2.02	

【0049】表1及び表2に示す8種類のディスクについて、JR新幹線の台車をモデルにした車輪試験機を用い、ディスクを2枚一組として、摺動面（摺動面幅：127.5mm）を外側にして車輪の両面に取り付けてブ

レーキ試験を行なった。ブレーキライニング材には、銅系統結合金を用い、走行速度300km/hからの非常ブレーキに相当する条件とした。このとき、ブレーキ開始後約100秒で車輪は停止し、ディスク温度は約350℃まで上昇した。その後ディスクを放冷し、ディスク温度が60℃まで低下したところで、再度車輪を駆動させ、前記条件にてブレーキ試験を再度行なった。この工程を100回繰り返して行った。また、ボルト穴または切欠き部に亀裂が生じた場合には、そこで試験を中止した。

【0050】表3に、ブレーキ試験の結果を示す。

【0051】

【表3】

試験材	ボルト穴部	切欠き部	状況	備考
1	○	○	切欠き部が若干変形	本 発 明 例
2	○	○	ボルト穴部が若干変形	
3	○	○	ボルト穴部が若干変形	
4	○	○	切欠き部が若干変形	
5	○	○	切欠き部が若干変形	
6	×	—	2回でボルト穴部より亀裂発生	比 較 例
7	○	×	13回で切欠き部より亀裂発生	
8	×	○	5回でボルト穴部より亀裂発生	

○：亀裂発生なし ×：亀裂発生

【0052】表3に示すように、試験材6では、ディスクの内周に複数の切欠き部を有しないため、ボルト穴部への応力集中を分散することができず、2回のブレーキ

試験によりボルト穴部からの亀裂が発生した。

【0053】試験材7は、ディスクの内周に複数の切欠き部を有するものの、切欠き形状パラメータRが適正範

囲外の8超となっているため、切欠き部への応力集中が過大となり、13回のブレーキ試験により、切欠き部から亀裂が発生した。

【0054】また、試験材8は、ディスクの内周に複数の切欠き部を有するものの、切欠き形状パラメータRが適正範囲外の2未満となっているため、ボルト穴部への応力集中が過大となり、5回のブレーキ試験により、ボルト穴部から亀裂が発生した。

【0055】試験材1～5は、ディスクの内周に複数の切欠き部を有し、かつ切欠き部の形状パラメータが2以上8以下の適正範囲となっているため、ボルト穴部及び切欠き部ともに亀裂は発生せずに良好であった。

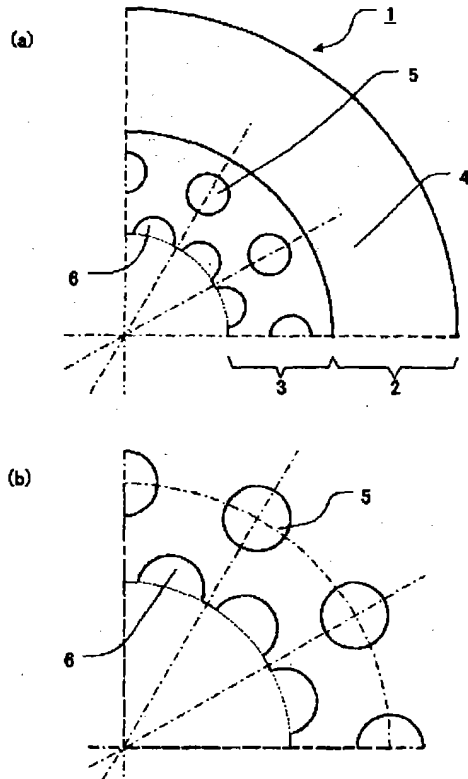
【0056】

【発明の効果】本発明により、ブレーキング時に発生する熱応力によるボルト穴部への応力集中を効果的に抑制できるので、ディスクのボルト穴部からの亀裂発生を抑制し、長期間の使用に耐え得るブレーキディスクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のブレーキディスクの一実施形態を示す

【図1】



図であり、(a)はブレーキディスクの1/4を示す部分平面図、(b)は(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。

【図2】切欠き形状パラメータRとボルト穴部に発生する応力若しくは歪に対応するパラメータ F_{t-h} 及び複数の切欠き部に発生する応力若しくは歪に対応するパラメータ F_{t-n} との関係を示すグラフである。

【図3】切欠き形状の代表例を示す概要図であり、

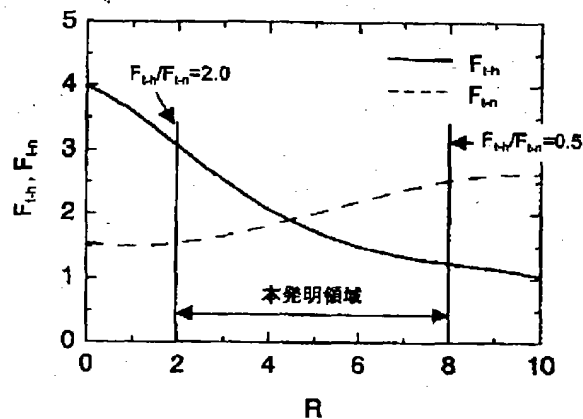
(a)は半円形状の切欠き部、(b)は半長円形状の切欠き部、(c)は半楕円形状の切欠き部を示す概要図である。

【図4】従来型の鉄道車両用ブレーキディスクの形状を示す図であり、(a)は、鉄道車両用ブレーキディスクの1/4を示す部分平面図、(b)は、鉄道車両用ブレーキディスクの断面の1/2を示す部分断面図である。

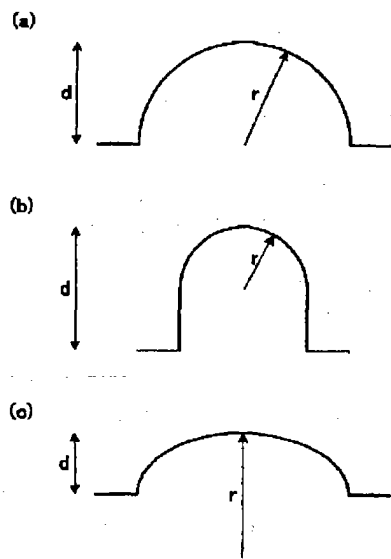
【符号の説明】

- | | |
|-------------|---------|
| 1: ブレーキディスク | 2: 外周部 |
| 3: 内周部 | 4: 摺動面 |
| 5: ボルト穴 | 6: 切欠き部 |

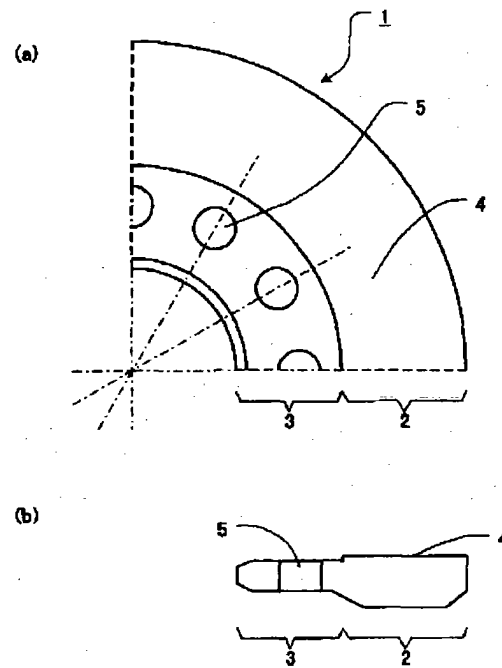
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 東口 洋史
大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号
住友金属工業株式会社関西製造所製鋼品
事業所内

(72)発明者 加藤 孝憲
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内
Fターム(参考) 3J058 BA31 BA46 CB13 CB14 CB17
FA21